

tj. na obličej i a na zádech, nacházíme nejvyšší bakteriální rozmanitost, převažují zde druhy rodu *Propionibacterium* včetně *C. acnes*, je-li pro ostatní druhy je toto prostředí nehostinné. Mikrobiální osídlení kůže se mění také s věkem jedince. U novorozenců závisí mikrobiota ve značné míře na způsobu porodu (vaginální/císařský řez). V kojeneckém věku převažuje kmen Firmicutes. V období puberty se po aktivaci mazových žláz působením pohlavních hormonů vytváří mikrobiota mazových oblastí a začínají převažovat druhy rodu *Propionibacterium*. Změny mikrobiomu u daného jedince dané věkem jsou ale menší než interpersonální odlišnosti. Faktorem ovlivňujícím bakteriální složení a rozmanitost je také pohlaví, např. oblast předloktí je u žen kolonizována rozmanitější skupinou mikrobů než u mužů.

Bakterie zapojené do rozvoje akné

C. acnes je anaerobní, ale aerotolerantní grampozitivní pleomorfní tyčinka z kmene Actinobakterií. Štěpí triglyceridy v kožním mazu za vzniku volných mastných kyselin s krátkým řetězcem včetně kyseliny propionové. Ta přispívá ke kyselému prostředí kůže, což je její příznivý efekt, působí ale také na diferenciaci keratinocytů, a vyvolává tak komedogenní efekt. *C. acnes* může také do okolního prostředí uvolňovat lytické enzymy (lipázy, proteázy, hyaluronidázy), které narušují epitel folikulu a aktivuje imunitní systém. Tato bakterie také aktivují Toll-like receptory (TLR) na keratinocytech, což vede k tvorbě interleukinů 6 a 8, tumor nekrotizujícího faktoru α , faktoru stimulujícího kolonie granulocytů a makrofágů a dalších prozánětlivých látek, a vykazuje i T-lymfocytární mitogenní aktivitu. Virulentní kmeny *C. acnes* jsou schopné vytvářet biofilm. Pleť s akné není kolonizována vyšším počtem těchto bakterií, vyskytují se zde ale kmeny s vyšší patogenitou.

Do rozvoje akné zasahují i další mikroorganismy. V komedonech a pustulách pacientů s akné bylo nalezeno hojně zastoupení *C. granulosum*. Tato bakterie a také nejhojnější kožní houbový mikroorganismus *Malassezia* vykazuje vyšší aktivitu lipázy než *C. acnes*, a podporují tak jeho komedogenní

efekt. *Malassezia* také zvyšuje chemotaxi neutrofilů a podporuje uvolňování prozánětlivých cytokinů. Naopak *Streptococcus epidermidis* může inhibovat růst *C. acnes* prostřednictvím tvorby kyseliny jantarové a vylučováním polymorfních toxinů. Cestou produkce kyseliny lipoteichoové může tlumit zánět v keratinocytech blokováním exprese TLR-2. Hypoteticky by tedy mohl být využitelný v prevenci akné.

Střevní mikrobiom a akné

Na vznik akné má také vliv střevní mikrobiom. Západní typ stravy s nízkým obsahem vlákniny a vysokým obsahem tuku střevní mikrobiom zásadním způsobem mění. Důsledkem je snížení tloušťky hlenové vrstvy na vnitřním povrchu střeva, narušení integrity epitelu tlustého střeva a jeho bariérové funkce a zvýšení sekrece prozánětlivých cytokinů. Následně se rozvíjejí metabolická onemocnění a systémový zánět, mohou vznikat i kožní onemocnění, jako je psoriáza či atopický ekzém. Nadměrný příjem mléčných výrobků ve stravě a potravin s vysokým glykemickým indexem může zhoršovat akné zvýšením hladiny IGF-1 (inzulinu podobný růstový faktor 1) a inzulinu. Pacienti s akné vykazují typický enterotyp západní stravy – menší rozmanitost střevní mikroflóry a menší zastoupení druhů *Lactobacillus*

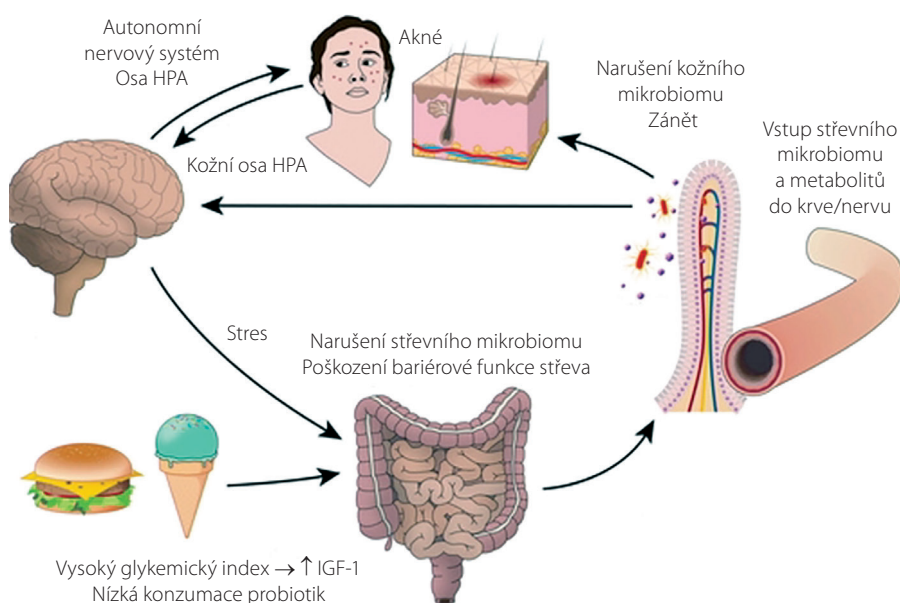
a *Bifidobacterium*. To jsou běžné probiotické bakterie, které udržují rovnováhu střevní mikroflóry a posilují střevní bariéru prostřednictvím snížení prostupnosti a zvýšení rezistence střevního epitelu. Ovlivňují také imunokompetentní buňky ve střevě a působí protizánětlivě. Experimentálně byl prokázán i vliv stresu na rozvoj akné, a byla tak popsána osa střeva-mozek-kůže (obr. 2).

Možnosti léčby akné

V terapii akné je možné využít 4 cesty, a to redukovat nadprodukcii mazu pomocí isotretinoinu nebo anti-androgenně působících látek, omezit hyperkeratinizaci prostřednictvím zevně podávaných retinoidů, benzoylperoxidu, kyseliny azelaové nebo isotretinoinu, ovlivnit mikrobiální proliferaci cestou topických nebo systémových antibiotik, benzoylperoxidu nebo isotretinoinu, nebo potlačit zánět pomocí benzoyl peroxidu, adapalenu, antibiotik nebo isotretinoinu.

Výzkum mikrobiomu kůže ukázal nižší rozmanitost mikrobiomu a snížené zastoupení některých bakteriálních kmenů v porovnání se zdravými jedinci a zvýšené zastoupení propionibakterií (obr. 3). Zjištěna byla snížená rozmanitost a četnost druhů *Staphylococcus*. Zdá se tedy, že klíčem k rovnováze mikrobiomu je jeho rozmanitost. Narušení rovnováhy kožního mikrobiomu má dopad na ostatní faktory akné.

Obr. 2. Souvislost stresu, střevní mikroflóry a akné



IGF-1 – inzulinu podobný růstový faktor 1, HPS – hypothalamus-hypofýza, nadledviny
 Lee YB, Byun EJ, Kim HS. Potential Role of the Microbiome in Acne: A Comprehensive Review. *J. Clin. Med.* 2019;8:987. doi:10.3390/jem8070987